

## Dynamique et critères de décision pour le choix des spécialités phytosanitaires : les herbicides <sup>(1)</sup>

M. Déat

Laboratoire de Malherbologie, IRCT-CIRAD, B.P. 5035, 34032 Montpellier Cedex, France.

### RÉSUMÉ

La caractérisation des propriétés biologiques des herbicides est un des critères de l'homologation de ces produits. Trois types d'essais permettent d'en évaluer les propriétés principales :

- essais d'efficacité des produits vis-à-vis de la flore adventice ;
- essais de sélectivité des produits vis-à-vis de la culture ;
- essais de valeur pratique qui permettent, entre autres, d'apprécier l'intérêt économique des produits.

Pour les herbicides utilisés sur des cultures entrant en rotation, il est utile d'ajouter un quatrième type d'essais, ceux d'arrière-effets qui permettent de savoir si un produit peut être utilisé sur une culture donnée sans risque pour la culture qui lui succède.

Cette démarche expérimentale dure de 4 à 6 ans, mais est indispensable pour connaître les propriétés biologiques des herbicides.

**MOTS CLÉS :** herbicides, homologation, essais, efficacité, sélectivité, arrière-effet, approche économique.

### INTRODUCTION

L'usage des pesticides, et tout particulièrement des herbicides, s'est fortement accru ces dernières années, non seulement dans les pays développés, mais aussi dans les pays en voie de développement. Parallèlement, le nombre des spécialités est devenu très important.

Cela ne facilite pas le choix raisonné d'un produit, surtout en l'absence de réglementation ou d'une réglementation partielle voire purement formelle, et amène tout naturellement à poser le problème de l'homologation des produits phytosanitaires.

### PRINCIPES DE L'HOMOLOGATION

L'homologation doit permettre aux agriculteurs de disposer de produits efficaces pour combattre ce qui est nuisible au bon développement de leurs cultures, tout en respectant celles-ci. Mais cette condition, si elle est nécessaire, n'est pas suffisante. Il faut aussi veiller à ce que les traitements soient sans risque pour les utilisateurs et les consommateurs et qu'ils respectent l'environnement.

La procédure d'homologation tient donc compte de ces critères et un produit doit présenter en matière de toxicologie et d'activité biologique des caractéristiques précises qui sont étudiées grâce à une série de tests ou d'essais normalisés.

Après avoir pris connaissance des résultats de ces études, la Commission d'homologation émet un avis qui permet aux autorités compétentes d'accorder ou de refuser l'autorisation

de vente du produit concerné, dans la formulation proposée par le fabricant et pour ce fabricant.

L'autorisation de vente est accordée pour une durée déterminée (10 ans en France), éventuellement renouvelable ; on peut parfois accorder une autorisation provisoire (4 ans en France), si des études complémentaires s'avèrent nécessaires. Ces études doivent alors être réalisées pendant la période de validité de l'autorisation, afin d'obtenir un avis définitif.

Les études toxicologiques nécessitent des laboratoires spécialisés, et les données obtenues, à partir de l'expérimentation réalisée dans ce domaine, ont une pertinence qui dépasse largement le cadre du pays où le travail a été conduit. Dans le texte suivant, nous mettrons l'accent sur la démarche permettant une caractérisation des propriétés biologiques des herbicides. Nous la compléterons par une approche économique de leur utilisation, qui dépend étroitement des conditions du milieu où l'on souhaite employer ces produits.

(1) Extrait de la communication présentée au Séminaire sur les Modalités de Préconisation et de Choix des Pesticides, Bamako, 14-15 avril 1987.

## CRITÈRES DE DÉCISION POUR LE CHOIX D'UN HERBICIDE

Trois types d'essais permettent d'évaluer un produit phytosanitaire :

— essais de comportement, qui servent à estimer l'efficacité du produit ;

— essais de sélectivité, vis-à-vis de la culture, qui déterminent la sécurité d'emploi ;

— essais de valeur pratique qui, en plaçant le produit dans des conditions réelles d'emploi, permettent, entre autres, d'apprécier l'intérêt économique de son utilisation.

Pour les herbicides utilisés sur des cultures entrant en rotation avec d'autres productions, il est intéressant d'ajouter un quatrième type d'essais, les essais d'arrière-effets, qui permettent de savoir si un produit peut être utilisé sur une culture donnée, sans risque pour la culture qui lui succède.

## Essais d'efficacité ou de comportement

Ces essais sont menés par les organismes de recherches, sur station ou sur des points d'expérimentation régionale. Pour le ou les produits à étudier une dose d'emploi présumée efficace est indiquée par le fabricant. Cette dose résulte des études préalables qu'il a lui-même entreprises. Elle est variable suivant les conditions d'utilisation de l'herbicide : on étudie donc les trois doses suivantes : N, dose présumée efficace et les doses  $3/4$  et  $3/2$  N.

Le dispositif expérimental adopté est celui du témoin adjacent, qui comporte un seul témoin pour deux parcelles traitées ; il permet la comparaison de chaque parcelle traitée avec une parcelle témoin, contiguë. Dans chaque répétition, les produits peuvent être disposés systématiquement sur le terrain suivant des doses croissantes ou décroissantes, pour faciliter la mise en place.

Pour chaque essai, il est souhaitable qu'au moins trois répétitions soient réalisées par traitement. Il est intéressant de reproduire l'essai en des lieux différents de manière à étudier le comportement des produits dans des milieux variables quant au sol, au passé cultural, au climat et à la végétation adventice.

Outre les observations portant sur les conditions de mise en place des essais, une notation est réalisée suivant une échelle de 0 à 10 (0 : pas d'enherbement, 7 : enherbement acceptable, 10 : enherbement total) qui traduit l'enherbement

de chaque parcelle. Cette notation est faite tous les quinze jours jusqu'à ce que la culture couvre bien le sol et élimine, par là-même, les problèmes de désherbage. Ces essais ne sont jamais désherbés.

On apprécie de cette façon l'aspect global de l'enherbement. Une étude similaire peut être faite pour tel groupe d'adventices, ou telle adventice dominante, en attribuant une note de 0 à 10, qui ne prend en considération que l'enherbement provoqué par ces adventices.

Cette étude dure normalement deux ans.

## Essais de sélectivité

Ils sont réalisés par les chercheurs sur la station et sur des points d'expérimentation extérieurs. Ils permettent d'étudier la sélectivité, vis-à-vis de la culture, de produits reconnus efficaces.

Ces essais sont menés suivant un dispositif randomisé (en blocs) comportant au moins quatre répétitions. Les traitements incluent les produits à étudier, le produit de référence s'il existe localement, et un témoin non traité.

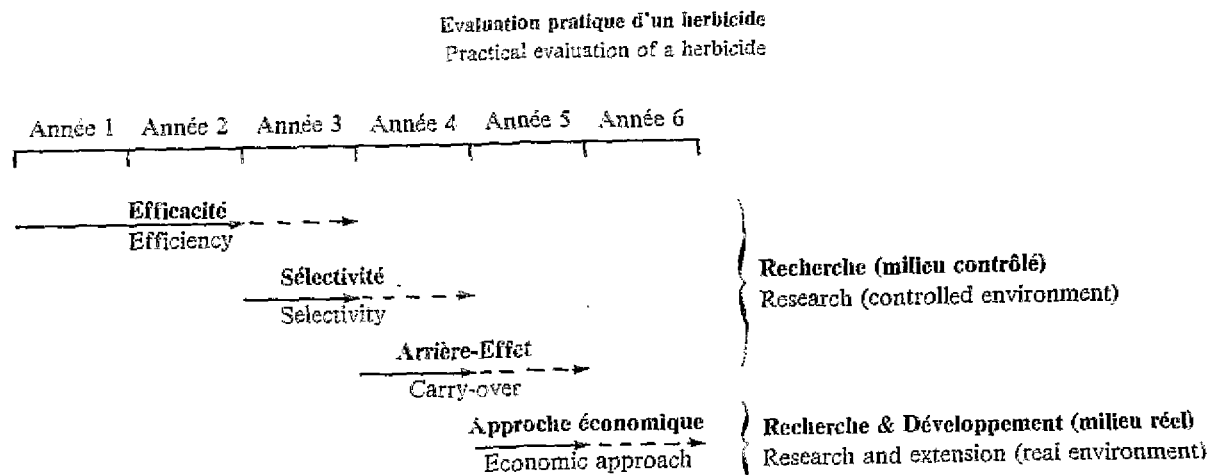
Ils sont menés jusqu'à la récolte ; les parcelles sont maintenues propres en permanence pour ne tester que l'effet éventuel des produits sur la culture.

Outre des observations portant sur les conditions de mise en place, la phytotoxicité est appréciée, tous les quinze jours, par une notation visuelle suivant une échelle de 0 à 10 (0 : pas de phytotoxicité, 3 : phytotoxicité acceptable, 10 : destruction de la culture). On peut aussi réaliser des comptages de plants ou de poquets levés, mesurer la croissance des plants, puis on effectue la récolte parcelle par parcelle. Des échantillons peuvent être prélevés sur la récolte pour effectuer des analyses technologiques et noter l'incidence des herbicides sur la qualité du produit récolté.

Toutes ces données sont analysées statistiquement.

Cette étude peut ne durer qu'une année, si le nombre d'essais est suffisant et si les implantations sont bien représentatives de la zone où est pratiquée la culture.

TABLEAU 1



### Essais d'arrière-effets

Ces essais sont effectués par les chercheurs et sont mis en place rigoureusement au même endroit que les essais de sélectivité de l'année précédente, qui doivent donc être bornés. Ils doivent être maintenus propres pour ne juger que de l'influence éventuelle des traitements herbicides, appliqués pendant la campagne précédente. Si un herbicide est vulgarisé sur les cultures retenues pour cette étude, il est possible de l'appliquer sur toute la surface des essais (témoins compris) de façon à diminuer les interventions.

Les observations sont les mêmes que celles faites sur les essais de sélectivité et donnent lieu à une étude statistique.

Ces expérimentations durent un an et ne sont nécessaires que sur les cultures assolées.

### Approche économique du désherbage chimique (essais de valeur pratique)

Les essais doivent être réalisés lorsque l'efficacité et la sélectivité du produit sont acquises, mais peuvent avoir une certaine simultanéité avec les essais d'arrière-effets, afin d'accélérer le processus de l'étude.

Ils doivent être mis en place chez les agriculteurs eux-mêmes, conjointement par les agents de la recherche et du développement, qui travaillent en étroite collaboration. Ils permettent de tester les acquis de la recherche en vraie grandeur, de vérifier les résultats obtenus en milieu contrôlé, d'apprécier l'impact sur les paysans des solutions nouvelles proposées et d'en apprécier l'intérêt économique.

Ces tests sont effectués sur de grandes parcelles (0,5 ha) et consistent à en traiter une moitié avec le produit vulgarisable tandis que l'autre moitié est laissée sans traitement. Le paysan traite la demi-parcelle et entretient ensuite tout son champ comme il le juge bon, en prévenant l'encadreur du jour où il veut effectuer les travaux. Ce dernier assiste aux sarclages et note la date et le temps nécessaire à leur réalisation. Les agents de la recherche visitent ces parcelles et réalisent des observations complémentaires sur l'enherbement, la phytotoxicité éventuelle, etc. Les récoltes sont pesées par l'encadreur ou les agents de la recherche, suivant l'opportunité.

Il faut réaliser un nombre suffisant de tests pour recueillir un maximum d'informations, que l'on peut alors traiter statistiquement (blocs dispersés).

## CONCLUSION

Les recherches qui permettent de déterminer les critères de décision dans le domaine biologique pour le choix d'un herbicide par les autorités compétentes, nécessitent une démarche progressive et raisonnée. Cette dernière est longue (de 4 à 6 ans, tabl. 1), mais le délai est d'autant plus court que le nombre de tests est important. Elle est conduite de façon permanente et ne reste pas figée. Elle doit évoluer en fonction de la problématique du désherbage de la culture

considérée, mais aussi du système de cultures, si la production étudiée entre en rotation avec d'autres.

Elle doit être rigoureuse, mais cela ne suffit pas. Une même rigueur doit être observée de la part des acheteurs, qui ne doivent prendre en considération que les produits reconnus conformes aux normes édictées. Loin d'être une contrainte, cette approche cohérente est la seule qui permette de mettre à la disposition des agriculteurs des produits performants au meilleur coût.

## Dynamics and decision criteria for the selection of phytosanitary specialities : herbicides <sup>(1)</sup>

M. Déat

### ABSTRACT

The characterization of herbicides' biological properties is one of the criteria for these products' registration. Three types of experiments allow for the evaluation of the principal properties.

- experiments for testing the products' efficiency against weeds.
- experiments for testing the products' selectivity as regards the crop.

— practical experiments making it possible, among others, to assess the products' economic value.

For herbicides used on crops entering rotation, it is useful to add a fourth type of experiment: carry-over experiments, making it possible to know if a product can be used on a given crop without any risk for the crop succeeding it.

This experimental process lasts 4 to 6 years, but it is essential to evaluate the herbicides' biological properties.

KEY WORDS : herbicides, registration, tests, efficiency, selectivity, carry-over, economic approach.

(1) Extract from the communication submitted during the Seminar on the modes of recommendation and selection of pesticides, Bamako, Mali, April 14-15 1987.

## INTRODUCTION

The use of pesticides, especially herbicides, has highly increased in the last years, not only in developed, but also in developing countries. At the same time, the number of specialities has increased significantly.

This has made product choice difficult, particularly without regulations or even partial or merely formal regulations, which inevitably leads to the problem of phytosanitary product registration.

## PRINCIPLES OF REGISTRATION

Registration must make efficient products available to farmers so as to control what is detrimental to normal development of their crops, while respecting these crops. However, even though it is a necessary condition, it is not sufficient. It is also essential that treatments are not a health risk for users and consumers and that the environment is respected.

The registration procedure therefore takes these criteria into account. A product must have precise characteristics concerning toxicology and biological activity. These characteristics are studied using a standardized series of tests or trials.

After reading the results of these studies, the Registration committee issues an opinion so that the product in question may be cleared for sale or not by the proper authorities, using the formulation suggested by the manufacturer and for this manufacturer.

Authorization for the sale of the product is granted for a specific period (10 years in France), possibly renewable; temporary authorization (4 years in France) can be given if additional studies prove necessary. In order to obtain a final opinion, these studies should then be performed during the period in which the authorization is valid.

Toxicological studies require specialized laboratories. Data obtained by experiments carried out in this field has relevance extending far beyond the bounds of the country in which the work has been executed. In the following text, procedures required to define the biological properties of herbicides are stressed. This is complemented by an economic approach to their usage, which, in turn, depends closely on the environmental conditions in which it is expected that these products are to be used.

## DECISION CRITERIA FOR THE SELECTION OF A HERBICIDE

Phytosanitary products are evaluated by three types of tests:

- behaviour tests which are used to characterize product efficiency;

- selectivity tests as regards the crop, which determine safe usage;

- practical value tests which can, among other things, assess the economic interest of using the product under real usage conditions.

For herbicides used on crops cultivated in rotation with other productions, it is worth adding a fourth type of test: carry-over tests. They are used to determine if a product can be applied to a given crop without risk for the subsequent crop.

### Efficiency (or behaviour) tests

These tests are carried out by research organizations at stations or regional experimentation points. The products under study presumably have an effective dosage as indicated by the manufacturer on the basis of previous studies undertaken by the latter. This dosage varies depending on the conditions of usage of the herbicide. The three following dosages are then considered: the assumed effective concentration N, flanked by the  $3/4$  and  $3/2$  N dosages.

The experimental design used is the adjacent check plot design: it includes one reference check only per two treated plots, so as to compare each treated plot with the adjacent check plot. For each replication, the products can be applied systematically in the field with increasing or decreasing dosages in order to facilitate the set-up.

For each test, at least three replications per treatment should be carried out. It is worth repeating the test in

different places so as to study the behaviour of these products in environments having a variety of soils, cultural antecedents, climates and weeds.

In addition to observations on trial set-up conditions, marks from 0 to 10 (0: full weed cover; 7: acceptable weed cover; 10: no weeds) are given for each plot every fifteen days until the soil is properly covered with crops and the weeding problems are consequently eliminated. These plots are never weeded.

The weed question can then be appreciated on an overall basis. Similar studies can be undertaken for any dominant weed or weed group: marks are given from 0 to 10 with regard to these particular weeds only.

This study usually lasts two years.

### Selectivity tests

These tests are carried out by the researchers at the station and on multilocal experimentation points. They are used to study the selectivity of admittedly efficient products with regard to particular crops.

These tests are carried out using a randomized design (block design) with at least four replications. Treatments include the products to be tested, the reference product, if it exists locally, and a non treated check plot.

They last until harvest. Plots should be cleaned at all times in order to only test the possible product effect on the crop.

In addition to the observations on set-up conditions, phytotoxicity is visually assessed every fifteen days with marks from 0 to 10 (0: no phytotoxicity; 3: acceptable phytotoxicity; 10: phytotoxicity resulting in crop destruction). It is also possible to count plants or holes with emerged seedlings, measure the growth rate of these plants



and finally harvest each of the plots. Samples may be taken in order to carry out technological analyses and to assess the herbicide influence on the quality of the harvested product.

All these data are statistically analyzed.

This study can last only one year, if the number of tests is sufficient and if the implantations are actually representative of the area in which the crop is cultivated.

#### Carry-over tests

These tests are carried out by the researchers and set up in exactly the same places as the selectivity tests of the previous year, which therefore require the setting up of boundary marks. Plots should remain clean in order to only evaluate the possible influence on the present crop of herbicides applied during the previous season. If a herbicide is extended for the crops considered in this study, it is possible to apply it on the whole test surface (check plots included) so as to reduce interventions.

Observations are identical to those concerning the selectivity tests and can be analyzed statistically.

These experimentations last one year and are only necessary for crop rotation farming.

#### Economic approach of chemical weeding (practical value tests)

These tests should be carried out after the efficiency and selectivity of the products have been established, but may be undertaken more or less simultaneously with the carry-over tests so as to speed up the study process.

They should be set up by the farmers, jointly by the research and extension services working in close collaboration. They allow testing of the research results on a real scale, checking of the results obtained in a controlled environment, assessment of the impact of newly suggested solutions on farmers and evaluation of their economic interest.

These tests are carried out on large plots (0.5 ha), half of which are treated with the extendable product, while the other half is not treated. The farmer treats the half-plot and then maintains his whole field as he pleases. He then informs the extension service agent on the day he wishes to undertake the operation. The latter is present at hoeings and he takes note of the date and time necessary for their realization. The research agents inspect these plots in order to collect additional information on weeds, possible phytotoxicity, etc. Crops are weighed by the extension service agent or by the research agents, as appropriate.

A sufficient number of tests should be carried out so as to collect a maximum of information which can then be processed statistically (multilocalized blocks).

### CONCLUSION

The research which allows the concerned authorities to obtain decision criteria in the biological field for the choice of a herbicide requires a progressive and reasoned approach. Such a process is long (from 4 to 6 years, Table 1), but this time period may be shortened by carrying out a greater number of tests. This process is conducted continuously and does not remain fixed. It evolves with respect to the particular weeding problems of the crop under consideration, but

also with respect to the crop system, if the studied production enters in rotation with others.

This study should be rigorous, but this is not sufficient. Purchasers also have to be rigorous and must only buy products in accordance with the stipulated standards. Far from being a constraint, this consistent approach alone will provide farmers with high-performance products at the lowest cost.

### RESUMEN

La caracterización de las propiedades biológicas de los herbicidas es uno de los criterios de la homologación de estos productos. Tres tipos de ensayos permiten evaluar las principales propiedades de los mismos:

- ensayo de eficacia de los productos frente a la flora adventicia
- ensayos de selectividad de los productos frente al cultivo.
- ensayos de valor práctico que, entre otros, permiten valorar el interés económico de los productos

Para los herbicidas utilizados con los cultivos que entran en rotación, es útil añadir un cuarto tipo de ensayos: los ensayos retardados, que permiten saber si un producto puede ser utilizado con determinado cultivo sin riesgo para el cultivo que le sucede.

Este método experimental dura entre 4 y 6 años, pero resulta imprescindible para conocer las propiedades biológicas de los herbicidas.